

Analiza modeli supersymetrycznych z symetrią R z uwzględnieniem poprawek kwantowych

9 września 2016

Streszczenie

Niniejsza rozprawa analizuje Minimalny R-symetryczny Supersymetryczny Model Standardowy (MRSSM) z uwzględnieniem poprawek kwantowych. MRSSM jest interesującą alternatywą dla popularnych supersymetrycznych rozszerzeń Modelu Standardowego jak MSSM czy NMSSM. Model ten opiera się na założeniu, że symetria $U(1)_R$ algebry supersymetrycznej z jednym generatorem supersymetrii ($\mathcal{N} = 1$) jest niezłamana także przy skali elektroslabej. To założenie prowadzi do interesującego modelu posiadającego, między innymi, rozszerzony sektor Higgsa, dirakowskie gaugina i skalary w reprezentacji dołączonej grupy $SU(3)_C$.

Rozprawa składa się z dwóch części. W części pierwszej analizowany jest sektor elektroslaby modelu. Poszukiwany jest obszar w przestrzeni parametrów zgodny z precyzyjnymi obserwacjami elektroslabymi. Ponieważ MRSSM zawiera tryplet $SU(2)_L$ z niezerową wartością próżniową szczególny nacisk położony jest na obserwablę jaką jest masa bozonu W . Przedstawione są wyniki pełnego jednopętlowego rachunku masy bozonu W w MRSSM z uwzględnieniem wiodących dwupętlowych poprawek w Modelu Standardowym. Pozwala to określić obszar w przestrzeni parametrów zgodny z mierzoną wartością masy bozonu W . Obszar ten jest następnie sprawdzony pod kątem przewidywanej masy bozonu Higgsa zakładając, że najlżejszy bozon Higgsa w MRSSM pełni rolę bozonu Higgsa Modelu Standardowego. W tym celu przedstawiony jest pełen jednopętlowy rachunek masy bozonu Higgsa w MRSSM z uwzględnieniem wiodących poprawek dwupętlowych. Praca przedstawia też zestaw reprezentatywnych punktów w przestrzeni parametrów modelu będących w zgodzie z tymi obserwacjami. Punkty te są także sprawdzone pod względem zgodności z pomiarami innych niż masa własności bozonu Higgsa, obserwabili zapachowych czy stabilności próżni elektroslabej. Pozwala to nałożyć ograniczenia na dozwoloną przestrzeń parametrów modelu.

Część druga rozprawy analizuje silnie oddziałujący sektor skalarny MRSSM. Rozpoczyna się ona rachunkiem poprawek wyższego rzędu do produkcji pary sgluonów w zderzeniach proton-proton. Opisuje w szczególności rachunek poprawek wirtualnych i ich renormalizację. Duży nacisk położony jest na opis osobliwości podczerwonych/kolinearnych, które są wyizolowane dzieląc przestrzeń fazową za pomocą dwóch (arbitralnych) cięć (ang. *two-cut phase space slicing*). Ich kasowanie pomiędzy poprawkami rzeczywistymi a wirtualnymi jest dokładnie sprawdzane. Przekroje czynne w wiodącym i następnym rzędzie rachunku zaburzeń dla 13 i 14 TeV akceleratora LHC i kilku wybranych mas sgluonu są przedstawione. Rachunek ten jest zastosowany do wyprowadzenia ograniczeń na masę sgluonów wynikających z danych zebranych

przez LHC w 2015 roku przy 13 TeV. W tym celu wyniki poszukiwań grupy ATLAS dla produkcji leptonów o tym samym znaku są zinterpretowane w kontekście produkcji pary sgluonów rozpadających się na pary $t\bar{t}$. Analiza ATLASu jest odtworzona z wykorzystaniem programów do symulacji Monte Carlo i programu wykonującego szybką symulację odpowiedzi detektora. Odtworzona analiza jest przetestowana na zestawie procesów tła z Modelu Standardowego i porównana z rezultatami otrzymanymi przez ATLAS pokazując wystarczającą zgodność. Aplikacja analizy do sygnału pozwala wyprowadzić (według mojej wiedzy) pierwsze ograniczenia na produkcję sgluonów z użyciem danym zebranych przy energii 13 TeV. Analiza pokazuje, że używając zaledwie 3.2/fb scałkowanej świetlności można uzyskać ograniczenia porównywalne z tymi uzyskanymi w Fazie 1 działania LHC.